

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## **ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

зі спеціальності 274 - Автомобільний транспорт

**Підвищення ефективності експлуатації автобусів комунального підприємства  
«Вінницька транспортна компанія» шляхом визначення раціонального  
терміну їх використання**

Розробив: студент групи 1АТ-18м

Петров В.Р.

Науковий керівник: к.т.н., доцент

Цимбал С.В.

Вінниця ВНТУ 2019

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

**Метою роботи** є підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів на основі визначення раціонального терміну їх використання при виконанні пасажирських перевезень комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

**Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались такі задачі:**

- аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства;
- аналіз методів управління парком рухомого складу;
- визначення факторів і розробка критеріїв, які визначають ресурс автобусів
- визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів;
- оцінка рівня працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів, витрати палива;
- визначення функціональних залежностей параметрів робоздатності від віку автобусів;
- побудова моделі визначення раціонального терміну експлуатації автобусів;

**Об'єкт дослідження** - процес експлуатації автобусів, згідно якого здійснюються пасажирські перевезення в м.Вінниця.

**Предмет дослідження** - показники ефективності парку і питомі витрати на перевезення в м.Вінниця.

**Методи дослідження** базуються на математичній статистиці, засобах статистичних досліджень, системного аналізу, теорії ймовірності, математичного моделювання.

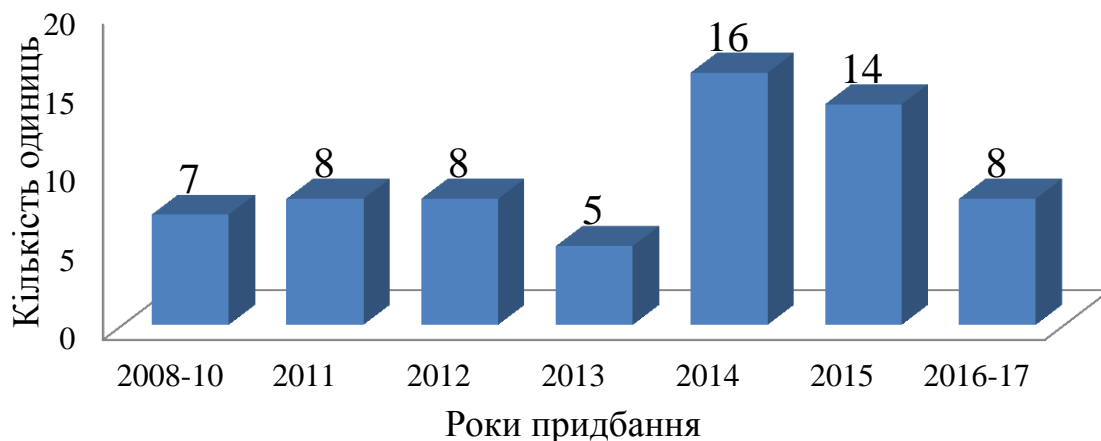
**Наукова новизна одержаних результатів** Полягає в розробці підходу до визначення раціонального терміну експлуатації транспортних засобів з позиції економічної ефективності в умовах існуючої вікової структури рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія».

**Практична значимість отриманих результатів.** Значимість роботи полягає в розробці підходу до визначення раціонального терміну експлуатації автобусів, що дозволяє знизити експлуатаційні витрати КП «Вінницька транспортна компанія».



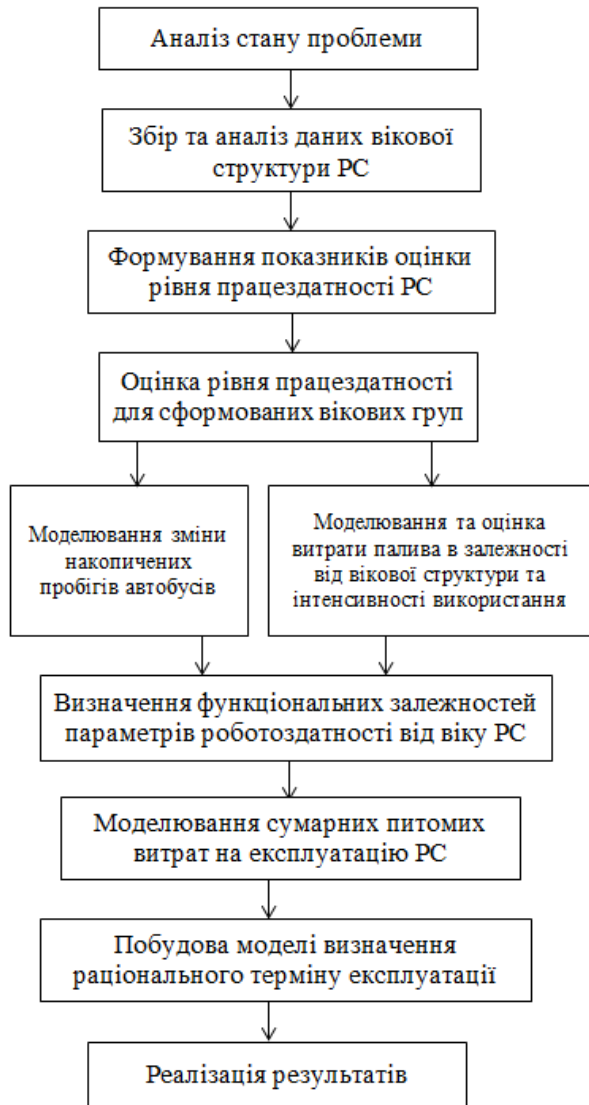
# РУХОМИЙ СКЛАД АВТОБУСНОГО ПАРКУ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

Рік придбання	Модель	Кількість, од.
2008	ЛАЗ-А183 D1	5
2009	ЛАЗ-А183 D1	1
2010	ЛАЗ-А183 FO	1
2011	Богдан А70110	8
2012	Богдан А70110, ЛАЗ-А183 FO(1од.)	8
2013	Богдан А70130	5
2014	Богдан А70132	16
2015	Богдан А70132	14
2016	Богдан А 092 G6	3
2017	Богдан А 092 G6	5
Всього		66



Богдан А70132 – 30 од.  
 Богдан А70130 – 4 од.  
 Богдан А70110 – 16 од.  
 ЛАЗ А183 – 8 од.  
 Богдан ISUZU(газ) – 8 од.

# АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ



1. Аналіз стану проблеми
2. Збір та аналіз даних вікової структури
3. Формування показників оцінки рівня працездатності рухомого складу
4. Оцінка рівня працездатності
5. Моделювання зміни накопичених пробігів
6. Моделювання та оцінка витрати палива в залежності від вікової структури та інтенсивності використання
7. Визначення функціональних залежностей параметрів роботоздатності від віку рухомого складу
8. Моделювання питомих витрат на експлуатацію рухомого складу
9. Побудова моделі визначення раціонального терміну експлуатації.
10. Реалізація результатів

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ РУХОМОГО СКЛАДУ**

Стратегії використання рухомого складу:

А) – Рівномірна вікова структура, безперервне поповнення парку з придбанням нових автобусів замість вибулих (списаних) з підтриманням постійного облікового складу парку;

Б) - «Голчастоподібна» вікова структура, при якій один раз закуплена партія автобусів служить аж до списання за віком, після чого купується нова еквівалентна партія натомість списаної;

В) - «Імпульсна» вікова структура з різною шпаруватістю, при якій протягом терміну, рівного приймається терміну експлуатації автобуса відбувається придбання нових партій рівного оптимального розміру кілька разів через рівні проміжки часу.

Способи списання рухомого складу:

А) Списання або продаж транспортного засобу відбувається, незалежно від його технічного стану або показників роботи);

Б) Списання проводиться на підставі контролю показників роботи автомобіля, (збільшення витрат запасних частин, зміна результативності, зменшення прибутку і т.д.).

# ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ РІВНЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Показники працездатності	Показники статистики
1. Коефіцієнт технічної готовності :	1. Толерантні та довірчі границі
$\alpha_T = \frac{L_K}{L_K + L_{CD} \cdot (D'_{KP} \cdot K_{KP} + (D_{ТОИП} \cdot L_K \cdot K_{AK} / 1000))}$	$L_{\Sigma i}^{6H} = L_{\Sigma i} \pm Z_y \sigma(L_{\Sigma i}), \quad L_{\Sigma i}^{6H} = L_{\Sigma i} \pm Z_y \frac{\sigma(L_{\Sigma i})}{\sqrt{n_i}}$
2. Коефіцієнт випуску:	2. Математичне очікування
$a_{вип} = \frac{n_{вип}}{n_{\Sigma}}$	$Q = \frac{P_1 \cdot Q_1 + \dots + P_n \cdot Q_n}{P_1 + \dots + P_n}$
3. Коефіцієнт технічного використання	3. Параметр форми розподілу
$a_{тв} = \frac{n_{\Sigma} - (n_{нв} + n_{сл})}{n_{\Sigma}}$	$a = 1.042 \cdot v(L_{\Sigma i})^{-1.0473}$
	4. Середньоквадратичне відхилення
	$\sigma(Q) = \sqrt{\sum (P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2 + \dots + \sum P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2)}$
	5. Функції розподілу Вейбула
	$F(L_{\Sigma i}) = 1 - e^{-\frac{L_{\Sigma i}^a}{\beta}}$
	$f(L_{\Sigma i}) = \frac{a}{\beta} \cdot L_{\Sigma i}^{a-1} \cdot e^{-\frac{L_{\Sigma i}^a}{\beta}}$



# АНАЛІЗ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ

Поділ рухомого складу на вікові групи

Група	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7
Кількість автобусів, од	7	8	8	5	16	14	8
Термін служби, роки	9-11	9	8	7	6	5	3-4
Частка від загальної кількості	0.1	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12

Довірчі та толерантні  
границі вікового складу

$$t_{\Sigma_{i0}}^{gn} = t_{\Sigma_i} \pm Z_y \frac{\sigma(t_{\Sigma_i})}{\sqrt{n_i}},$$

$$t_{\Sigma_{im}}^{gn} = t_{\Sigma_i} \pm Z_y \sigma(t_{\Sigma_i}),$$

$$t_{i0}^g = 6.67 + 1.28 \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 7.11$$

$$t_{i0}^n = 6.67 - 1.28 \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 6.22$$

$$t_{im}^n = 6.67 + 1.28 \cdot 2.83 = 10.29$$

$$t_{im}^g = 6.67 - 1.28 \cdot 2.83 = 3.04$$

Рекомендовані терміни служби автобусів різного класу

Клас автобуса	Рекомендований термін служби, років
Автобуси особливо малого і малого класу довжиною до 7.5м включно	5...7
Автобуси середні і великі довжиною до 12м	7...10
Автобуси довжиною більше 16,5 до 24м	10...15

Рекомендований середній ресурс транспортних засобів

Тип автобуса	Пробіг, тис.км
Мікроавтобуси	400
Міські автобуси	500
Міжміські автобуси	500
Туристичні автобуси	500

Середній вік автобусів  $t_{\Sigma} = 6.67$  років

Середньоквадратичне відхилення віку

$$\sigma(t_{\Sigma}) = \sqrt{P_1 \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma_1}) + (t_{\Sigma} + t_{\Sigma_2})^2) + \dots + P_i \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma_i}) + (t_{\Sigma} + t_{\Sigma_i})^2)},$$

$$\sigma(t_{\Sigma}) = 2.83$$

# ОЦІНКА РІВНЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ

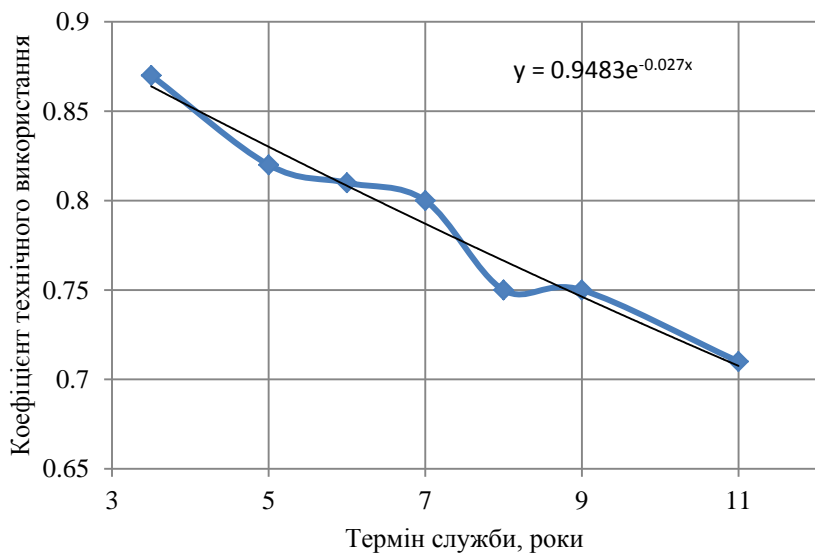
Коефіцієнти	Середні накопичені пробіги $L_{\Sigma i}$ (тис.км)						
	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4	Група 5	Група 6	Група 7
	352.64	420.68	335.55	308.88	280.50	261.15	115.58
Коефіцієнт готовності	0.82	0.83	0.83	0.86	0.88	0.91	0.95
Коефіцієнт використання	0.71	0.75	0.75	0.8	0.81	0.82	0.87

Коефіцієнт випуску  $a_{вип} - 0.76$

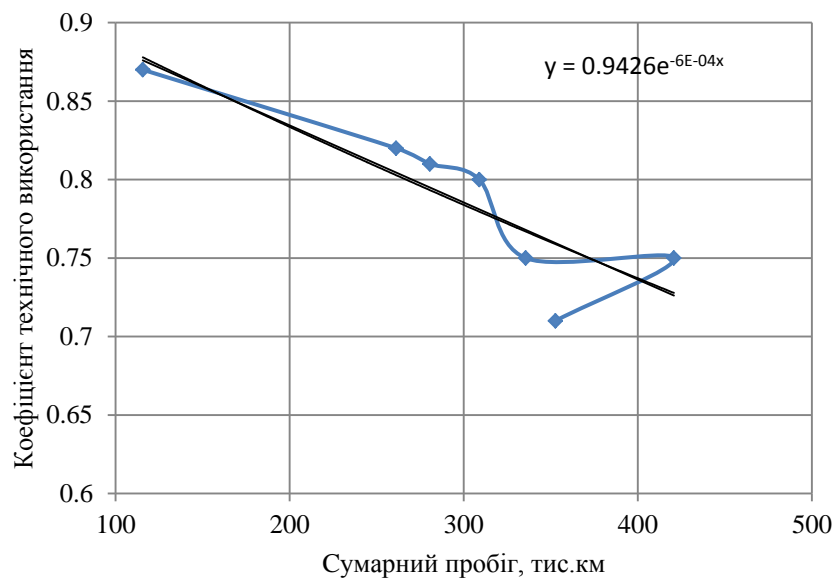
Середній коефіцієнт технічної готовності  $\alpha_T - 0.86$

Середній коефіцієнт технічного використання  $a_{те} - 0.78$

Залежність віку рухомого складу від коефіцієнту технічного використання



Залежність коефіцієнту технічного використання від сумарного пробігу



# МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ НАКОПИЧЕНИХ ПРОБІГІВ АВТОБУСІВ

Оцінка інтенсивності експлуатації автобусів

Показник	Група						
	1	2	3	4	5	6	7
t, роки	11	9	8	7	6	5	3.5
v(t) тис.км	352.646	420.68	335.559	308.888	280.504	261.15	115.58
$\sigma(L_i)$	91.7	48.5	85.71	34.3	38.8	49.8	22.5
$v(L_i)$	0.2600	0.1152	0.2554	0.1110	0.1383	0.190	0.19

Толерантні межі накопиченого пробігу

$$L_{\Sigma m}^H = 289.19 \quad L_{\Sigma m}^E = 476.76$$

Середньоквадратичне відхилення

$$v(L_{\Sigma}) = 53.04$$

Значення гамма-функції Ейлера

$$b_a = 0.696$$

Коефіцієнт варіації накопиченого пробігу

$$\sigma(L_{\Sigma}) = 0.189$$

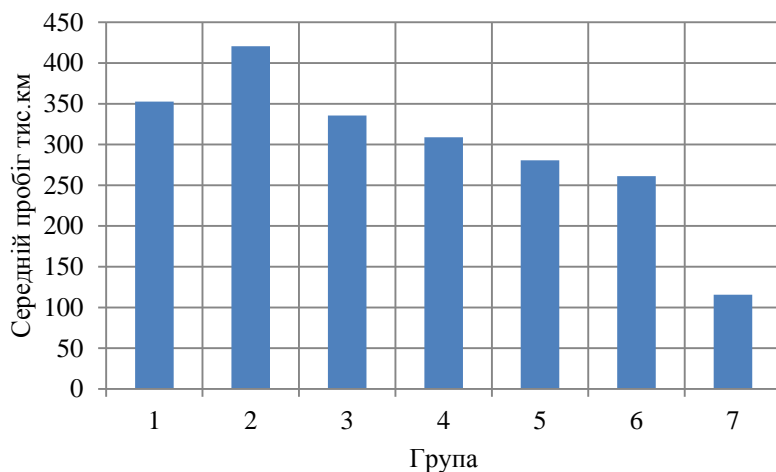
Середнє значення накопиченого пробігу

$$L_{\Sigma} = 289.87 \text{ тис.км}$$

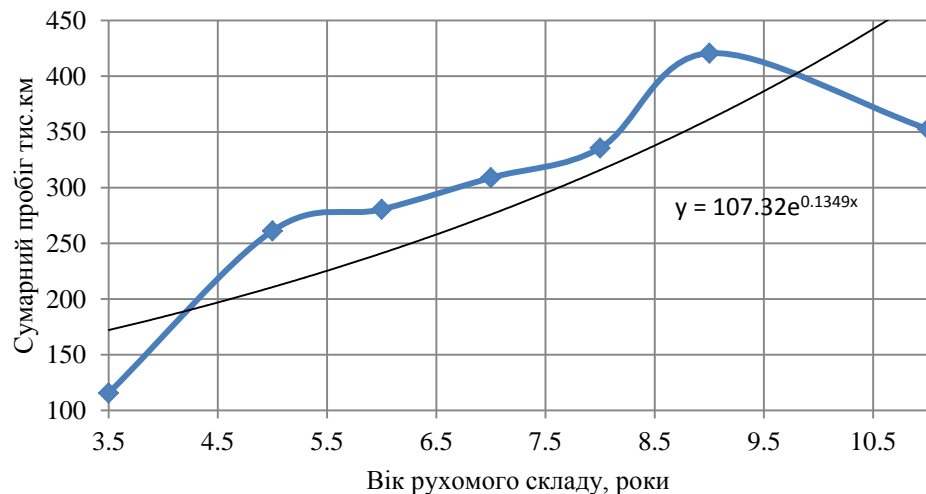
Параметр форми розподілу

$$a = 6.17$$

Середній накопичений пробіг за групами



Залежність сумарного пробігу від віку РС від віку



# МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ВИТРАТИ ПАЛИВА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Таблиця - Оцінка витрати палива в залежності від інтенсивності експлуатації

Пок.	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$
$P_i$	0.10	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12
$Q_{сер}$	45.17	46.57	46.89	44.6	40.94	41.35	27.29
$\sigma(Q_i)$	9.93	2.85	1.51	1.62	3.081	11.12	2.21
$\nu(Q_i)$	0.2565	0.07992	0.0321	0.0363	0.07415	0.26887	0.0809

Середня витрата палива:

$$Q_{\Sigma сер} = 44.22 \text{ л/100км}$$

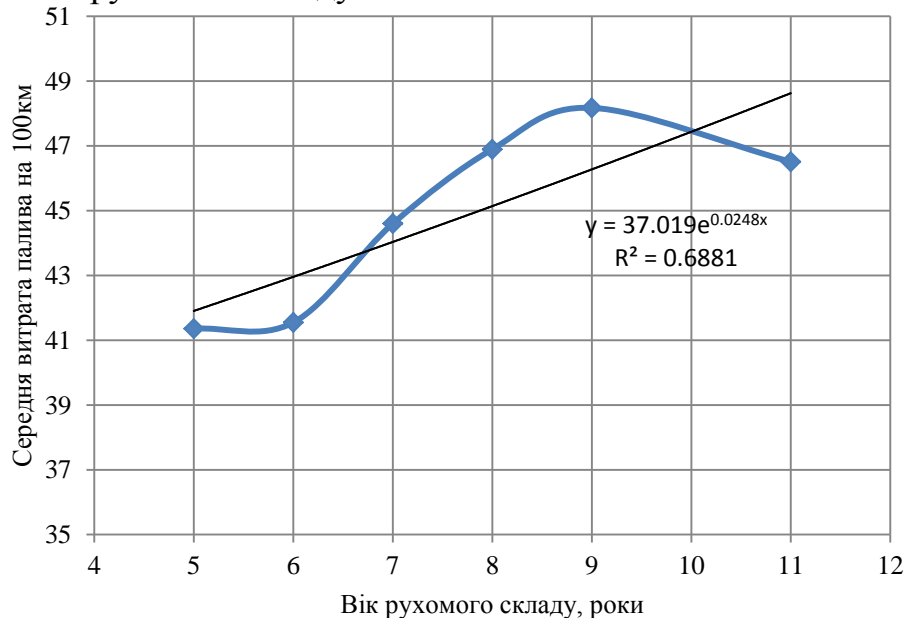
Середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma(Q_{\Sigma сер}) = 5.045$$

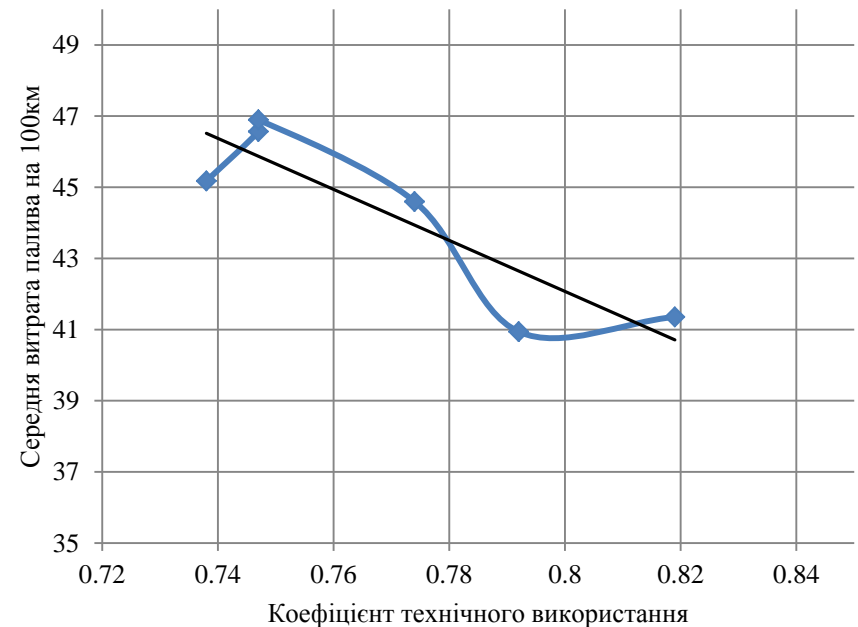
Коефіцієнт варіації:

$$\nu(Q_{\Sigma сер}) = 0.112$$

Залежність середньої витрати палива від віку рухомого складу



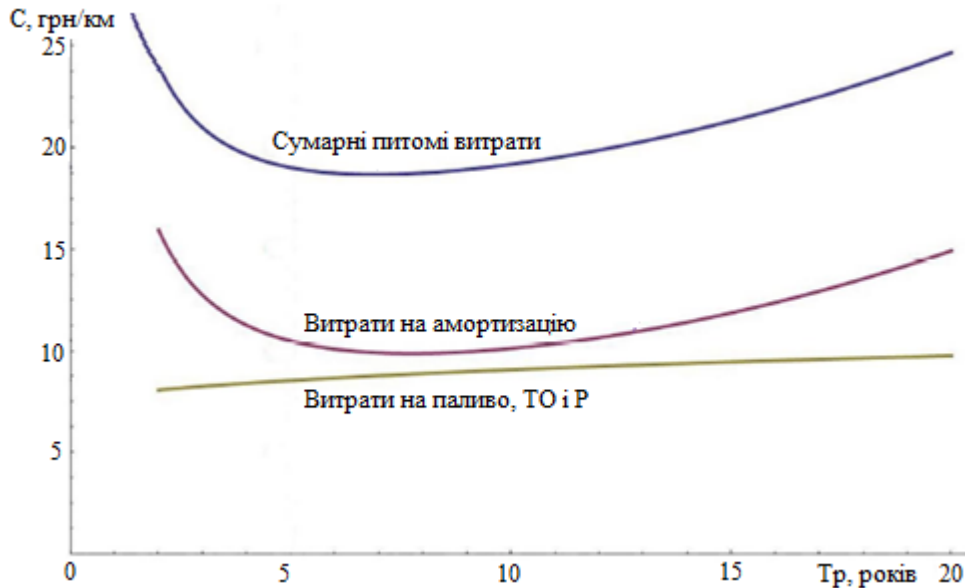
Залежність середньої витрати палива від коефіцієнту технічного використання



# МОДЕЛЮВАННЯ СУМАРНИХ ПИТОМИХ ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ РУХОМОГО СКЛАДУ

Таблиця - Питомі витрати 1 км пробігу

Показники	грн/1км
Вартість палива	8.4
Витрати на мастильні матеріали	1.69
Витрати на АКБ	0.05
Витрати на ТО та Р та запасні частини	1.07
Витрати на шини	5.26
Витрати на амортизацію	8.0
Сумарно	26.43



Залежність зміни питомих витрат по всьому періоду експлуатації, в залежності від року списання, разом з амортизаційними витратами і витратами на паливо і ТО і ПР

# ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ПАРАМЕТРІВ РОБОТОЗДАТНОСТІ ВІД ВІКУ РУХОМОГО СКЛАДУ ТА АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Цільова функція:

$$\sum C_{is}(T_p, n) + C_a(T_p, n) \rightarrow \min$$

Інтегральні питомі витрати, в залежності від  $T_p$  і  $n$ :

$$C_{is}(T_p, n) = \frac{\int_0^{T_p} C_i(L_s(t, T_p, n)) \cdot R(L_s(t, T_p, n)) \cdot Au_0(T_p, n) dt}{W(T_p, n)}$$

Питомі витрати на відновлення облікового складу парку :

$$C_{ca}(T_p, n) = \frac{C_s \cdot Au_0(T_p, n) \cdot (1 + \delta / 100)^{(T_p / n - 1)}}{W(T_p, n)}$$

Накопичений пробіг до моменту часу  $t$  при граничному  $T_p$

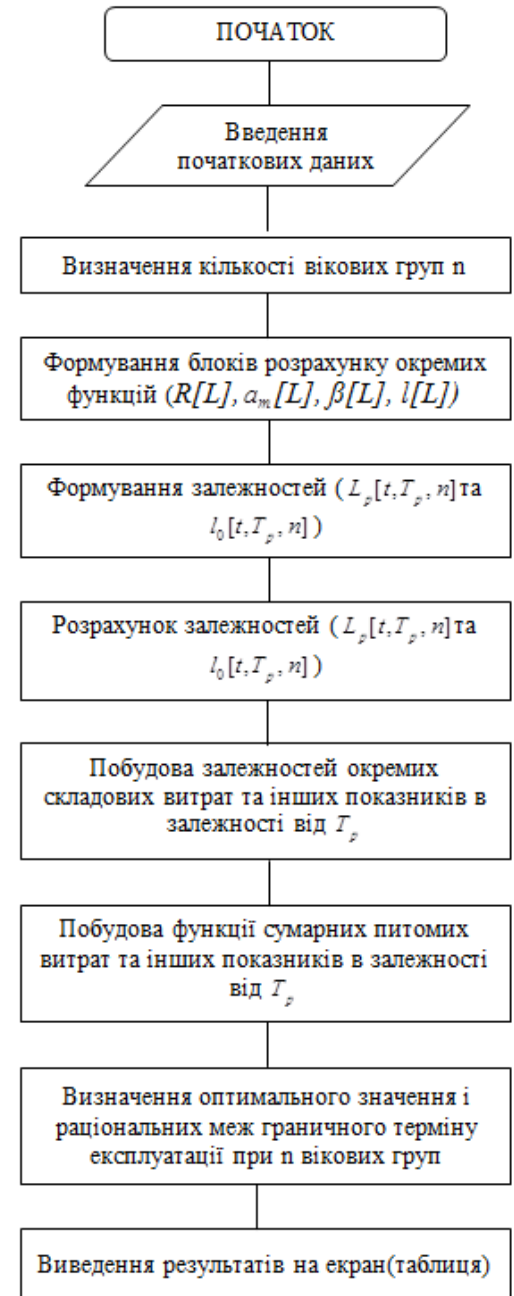
$$L_s(t, T_p, n) = \int_0^t l_s(x, T_p, n) dx$$

Кількість автобусів, яку необхідно придбати в 1 вікову групу:

$$Au_0(T_p, n) = \frac{W}{l_{mx}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)} \cdot \beta(L_i, n)}$$

Об'єм виконаної роботи:

$$W(T_p, n) = \frac{W}{l_{mx}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)}} \cdot \int_0^{L(T_p)} R(L) dL$$



## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

К-сть вікових груп, од	Термін експлуатації, років	Питомі витрати, грн./км
1	7-8	26.2745
2	8-10	23.1754
3	9-11	21.3712
4	9-11	21.9912
5	9-11	21.7532
6	9-11	21.6188
7	9-11	21.4972
8	9-12	21.3984
9	10-12	21.3148
10	10-12	21.2388

- Раціональний термін експлуатації на даний момент – 7-8 років.
- Граничний термін експлуатації до 12 років.
- Кількість автобусів, які необхідно придбати за 1 рік - 8 од. для формування рівномірної (імпульсної) вікової структури.
- Перехід до такої структури дозволить знизити питомі витрати на 16.7%.

# ВИСНОВКИ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано дослідження, направлені на розробку заходів з підвищення ефективності експлуатації автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом визначення раціонального терміну їх експлуатації. Зокрема було зроблено:

- аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства;
- аналіз методів управління парком рухомого складу;
- визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів;
- доведено, що розглянуті характеристики експлуатації автобусного парку впливають як на показники собівартості одиниці виконуваної роботи за весь період експлуатації автобуса в парку, так і на значення оптимального терміну служби автобуса.
- оцінено рівень працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів;
- визначено функціональні залежності параметрів робоздатності від віку автобусів;
- побудовано модель визначення раціонального терміну експлуатації автобусів що дозволяє мінімізувати питомі експлуатаційні витрати на основі управління віковою структурою парку;
- розроблено питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;

На основі проведених досліджень встановлено, що перехід до раціональних параметрах підтримки вікової структури парку і граничного терміну експлуатації автобусів дозволяє скоротити питомі витрати на одиницю виконуваної роботи до 16.7 % від поточного стану витрат. Розрахунки показали, що впровадження результатів виконаних досліджень із визначення раціонального терміну експлуатації автобусів є економічно ефективними.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ